

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 12 715 A 1

51 Int. Cl. 7:
F 04 D 29/02

21 Aktenzeichen: 199 12 715.8
22 Anmeldetag: 20. 3. 1999
43 Offenlegungstag: 21. 9. 2000

DE 199 12 715 A 1

71 Anmelder:
ABB Research Ltd., Zürich, CH

74 Vertreter:
Lück, G., Dipl.-Ing. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 79761
Waldshut-Tiengen

72 Erfinder:
Altendorfer, Wolfgang, Wettingen, CH; Hain,
Patrick, Neuenhof, CH; Mallick, Vishal, Dr.,
Birmenstorf, CH; Rohne, Karl-Heinz, Dr., Villigen,
CH

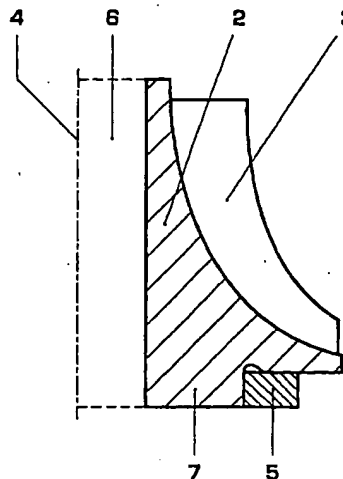
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 195 13 508 A1
DE 82 36 015 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verdichterrad

57 Der Verdichter besteht aus einem Verdichterrad (1), dessen Nabe einen hohlen Kern (6) aufweist und dessen Nabe (2) und Laufschaufeln (3) einstückig aus Aluminium hergestellt sind. An dem Ende der Nabe (2), welches den größeren Radius hat, befindet sich ein Stützring (5), welcher aus einem Material gefertigt ist, welches eine größere spezifische Festigkeit als das Aluminium aufweist. Denkbar sind Titan oder ein hochfester Kunststoff. Der Stützring (5) kann beispielsweise aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen Material gefertigt werden. Das Verdichterrad (1) ist für höhere Umfangsgeschwindigkeiten von ca. 500 m/s geeignet und weist eine höhere Lebensdauer auf. Dies wird dadurch erreicht, dass der sich im unteren Bereich der Nabe (2) befindende Stützring (5) die Spannungen im Aluminium deutlich reduziert, da er eine größere spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist.



DE 199 12 715 A 1

BEST AVAILABLE COPY

TECHNISCHES GEBIET

Bei der Erfindung handelt es sich um ein radiales Verdichterrad zum Verdichten gasförmiger Fluide gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

Aus CH 675 279 ist ein aus Metall gefertigter Verdichter bekannt, dessen Nabe und Laufschaufeln aus einem Stück gefertigt sind. Ein derartiger Verdichter wird mit Hilfe von spanabhebenden Verfahren aus dem Vollem herausgearbeitet. Nachteil dieses Verdichters ist allerdings, dass er, da er schwer ist, relativ lange Zeit braucht, um auf die erforderliche Geschwindigkeit zu beschleunigen. Aufgrund des Gewichts ist für diesen Verdichter auch ein verstärktes Gehäuse notwendig.

Aus DE 195 13 508 ist ein radialer Verdichter zum Verdichten gasförmiger Fluide bekannt. Dieser Verdichter ist aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen Material gefertigt und besteht aus einer Nabe und daran befestigten Laufschaufeln. Die Laufschaufeln werden mit der Nabe verklebt oder verschweisst und zusätzlich mit verschiedenen Bandagen befestigt. Die so hergestellten mehrteiligen Verdichter haben aber den Nachteil, dass die bei erhöhten Umfangsgeschwindigkeiten (im Bereich von ca. 500 m/s) auftretenden sehr hohen Zentrifugalkräfte und die damit verbundenen sehr grossen Spannungen im Bereich der Verbindung zwischen Nabe und Laufschaufeln nur unzureichend aufgenommen werden können.

Desweiteren sind Verdichter zum Beispiel aus Aluminium bekannt, deren Nabe und Laufschaufeln aus einem Stück gefertigt werden und deren Nabe einen hohlen Kern aufweist. Diese Verdichter sind aber für höhere Betriebsbedingungen nicht geeignet, da die im mittleren Bereich der Nabe auftretenden Spannungen nicht aufgenommen werden können. Diese Verdichter können auch aus Titan hergestellt werden, was aber den Nachteil mit sich bringt, dass sie sehr teuer in der Herstellung sind.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

Die Erfindung löst die Aufgabe, ein Verdichterrad zu konstruieren, dessen Nabe und Laufschaufeln einstückig aus Aluminium gefertigt sind, der einen hohlen Kern aufweist und für erhöhte Umfangsgeschwindigkeiten von ca. 500 m/s geeignet ist. Erfindungsgemäss wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass sich an dem Ende der Nabe, welches den grösseren Radius hat, ein Stützring befindet, welcher aus einem Material gefertigt ist, welches eine grössere spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist. Der Stützring dient zur Unterstützung des Aluminiums, reduziert vorteilhaft die Spannungen in der Nabe und verlängert so die Einsatzgrenzen oder die Lebensdauer des Verdichterrades. Er kann aus Titan oder einem Kunststoff hergestellt werden. Bei einer bevorzugten Ausführungsart des Verdichterrades besteht der Ring aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen Material. Das Verdichterrad hat damit den Vorteil, dass er,

Es zeigen:

Fig. 1 einen Teilschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemässen Verdichterrades,

Fig. 2 einen Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemässen Verdichterrades.

Es sind nur die für die Erfindung wesentlichen Elemente dargestellt.

WEG ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

Fig. 1 zeigt einen Teilschnitt durch eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Verdichterrades 1, welches eine Nabe 2 aufweist, an welcher sich über den Umfang verteilte Laufschaufeln 3 befinden. Die Nabe 2 und die Laufschaufeln 3 sind durch ein spanabhebendes Verfahren aus einem Stück gefertigt. Das Verdichterrad 1 wird aus Aluminium gefertigt und weist einen hohlen Kern 6 und eine Rotationsachse 4 auf. In der Fig. 1 sind die obere und untere Begrenzung des Kerns 6 durch gestrichelte Linien angedeutet. An dem Ende der Nabe 1, welches den grösseren Radius hat, ist ein Stützring 5 an einem Absatz 7 befestigt. Dieser Stützring 5 besteht aus einem Material, welches eine grössere spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist. Denkbar ist beispielsweise Titan. Der Stützring 5 kann aber auch aus einem hochfesten Kunststoff bestehen. Dieser Stützring 5 besteht dann vorzugsweise aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen oder duroplastischen Material. In einer Ausführungsform wird dieser Stützring 5 aus dem thermoplastischen Band IM7, ein handelsübliches mit Kohlenstofffasern verstärktes Polyetheretherketon (PEEK), gefertigt, indem nacheinander mehrere Lagen durch kurzzeitiges Erhitzen miteinander verschmolzen werden. Dieses Material wird beispielsweise von Cytec Fiberite Inc., 2055 E Technology Cir., Tempe AZ 85284 USA angeboten. Aber auch der Einsatz von Kevlar, ein hochfester Kunststoff der Firma DuPont, ist möglich. Der so hergestellte Stützring 5 kann auf verschiedene Weisen in die Nabe 2 integriert werden. Eine Möglichkeit besteht darin, den Stützring 5 auf die Nabe 2 aufzuschumpfen, in dem die Nabe in flüssigem Stickstoff gekühlt und anschliessend der Stützring 5 aufgesetzt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Stützring 5 auf die Nabe 2 zu pressen, wobei der Absatz 7 der Nabe 2 im unteren Bereich dazu eine leicht konische Form aufweisen muss. Da das für den Stützring 5 benutzte Material eine höhere spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist, und der Stützring 5 kraftschlüssig auf dem Absatz 7 an dem Ende der Nabe 2 sitzt, welches den grösseren Radius hat, reduzieren sich die beim Betrieb des Verdichterrades 1 in der Nabe 2 auftretenden Spannungen. Auf diese Weise ist das Verdichterrad 1 auch für höhere Umfangsgeschwindigkeiten von ca. 500 m/s geeignet und es hat eine erhöhte Lebensdauer.

Fig. 2 zeigt einen Teilschnitt durch eine zweite Ausführungsform eines erfindungsgemässen Verdichterrad 1, welches eine Nabe 2 aufweist, an der sich über den Umfang verteilte Laufschaufeln 3 befinden. Die Nabe 2 und die Laufschaufeln 3 sind durch ein spanabhebendes Verfahren aus einem Stück gefertigt. Das Verdichterrad 1 wird aus Alumi-

spielsweise aus Titan bestehen. Denkbar ist auch ein hochfester Kunststoff. Der Stützring 5 besteht dann vorzugsweise aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen oder duroplastischen Material. In einer Ausführungsform wird dieser Stützring 5 aus dem thermoplastischen Band IM7, ein handelsübliches mit Kohlenstoffasern verstärktes Polyetheretherketon (PEEK), gefertigt, in dem nacheinander mehrere Lagen durch kurzzeitiges Erhitzen miteinander verschmolzen werden. Dieses Material wird beispielsweise von Cytec Fiberite Inc., 2055 E Technology Cir., Tempe AZ 85284 USA angeboten. Aber auch der Einsatz von Kevlar, ein hochfester Kunststoff der Firma DuPont, ist möglich. Wenn es in der Ausführungsform gewünscht ist, kann der Stützring 5 auch mit einer Vorspannung auf der Nabe 2 angebracht werden. Da das für den Stützring 5 benutzte Material eine erhöhte spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist, und der Stützring 5 kraftschlüssig auf dem Ende der Nabe 2 sitzt, welches den grösseren Radius hat, reduzieren sich die beim Betrieb des Verdichterrades 1 in der Nabe 2 auftretenden Spannungen. Auf diese Weise ist das Verdichterrad 1 auch für höhere Umfangsgeschwindigkeiten von ca. 500 m/s geeignet und es hat eine erhöhte Lebensdauer. Der Stützring 5 ist in dieser Ausführungsform auch dafür geeignet, als Dichtung zu fungieren, welche in Form von Rippen an dem nicht dargestellten Gehäuse des Verdichterrades 1 angebracht sind und in welche der Stützring 5 eingreift und so einen Strömungsverlust am Verdichterrad 1 verhindert.

BEZUGSZEICHENLISTE

- 1 Verdichterrad
- 2 Nabe
- 3 Laufschaukel
- 4 Rotationsachse
- 5 Stützring
- 6 Hohler Kern
- 7 Absatz

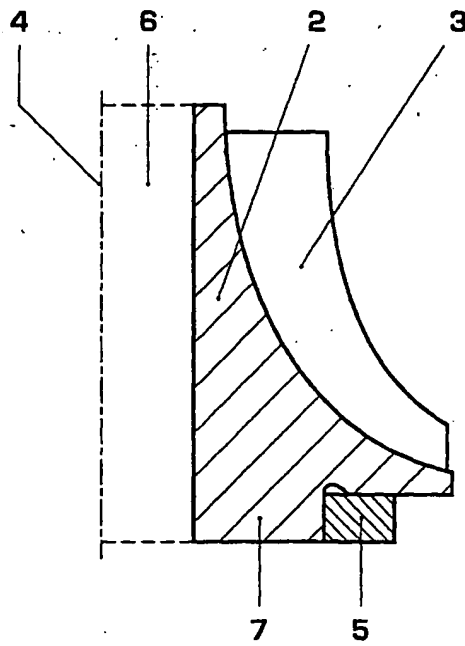
Patentansprüche

1. Verdichterrad (1), dessen Nabe (2) und Laufschaukeln (3) einteilig aus Aluminium gefertigt sind und der einen hohlen Kern (6) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass sich an dem Ende der Nabe (2), welches den grösseren Radius hat, ein Stützring (5) befindet, welcher aus einem Material gefertigt ist, welches eine grössere spezifische Festigkeit als Aluminium aufweist.
2. Verdichterrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützring (5), welcher sich an dem Ende der Nabe (2) befindet, welches den grösseren Radius hat, aus Titan ist.
3. Verdichterrad (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Stützring (5), welcher sich an dem Ende der Nabe (2) befindet, welches den grösseren Radius hat, aus einem Kunststoff ist.
4. Verdichterrad (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der sich an dem Ende der Nabe (2), welches den grösseren Radius hat, befindende Stützring (5) aus einem mit Endlosfasern verstärkten thermoplastischen oder duroplastischen Material besteht.
5. Verdichterrad (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der sich an dem Ende der Nabe (2), welches den grösseren Radius hat, befindende Stützring (5) an einem Absatz (7) der Nabe (2) formschlüssig befestigt ist.
6. Verdichterrad (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4

Nabe (2), welches den grösseren Radius hat, befindende Stützring (5) am äusseren Rand der Nabe (2) befindet.

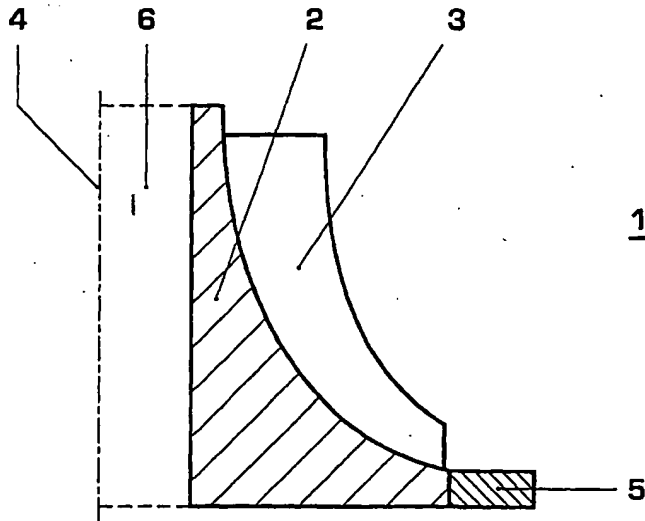
7. Verdichterrad (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der sich am äusseren Rand der Nabe (2) befindende Stützring (5) so angeordnet ist, dass der Stützring (5) mit dem Gehäuse des Verdichterrades (1) eine radiale oder axiale Dichtung bildet.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



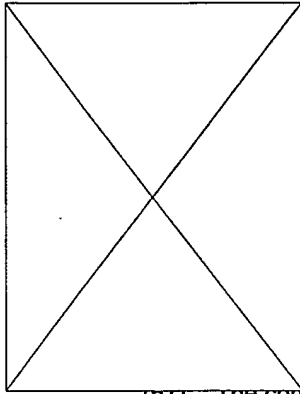
1

Fig. 1



1

Fig. 2



[Translation from German]

DE 199 12 715 A 1

ssor Wheel

(57) The compressor consists of a compressor wheel (1) whose hub (2) comprises a hollow core (6), and whose hub (2) and rotor blades (3) are made of aluminum in one piece. At that end of the hub (2) which has the greater radius, there is a supporting ring

Description

FIELD OF THE ART

The invention relates to a radial compressor wheel for compressing gaseous fluids, according to the generic clause of Claim 1.

PRIOR ART

Swiss Patent CH 675,279 discloses a compressor made of metal, whose hub and rotor blades are made in one piece. Such a compressor is worked out of solid material by means of chip removing methods. A disadvantage of this compressor is of course, since it is heavy, that it takes a comparatively long time to accelerate to the required speed. Also, owing to its weight, this compressor requires a reinforced housing.

German Patent DE 195 13 508 discloses a radial compressor for compressing gaseous fluids. This compressor is made of a thermoplastic material reinforced with endless fibers and consists of a hub and rotor blades attached thereto. The rotor blades are bonded or welded to the hub and additionally fastened with various bandings. The multipartite compressors thus produced, however, have the disadvantage that at elevated circumferential speeds (in the range of approx. 500 m/sec) very high centrifugal forces and the associated very high stresses in the region of the connection between hub and rotor blades can be only inadequately absorbed.

Furthermore, there are known compressors, of aluminum for example, whose hub and rotor blades are made in one piece and whose hub comprises a hollow core.

These compressors, however, are not suitable for higher operating conditions, since the stresses that occur in the mid-region of the hub cannot be absorbed. Such compressors may also be made of titanium, but this entails the disadvantage that they are very costly to produce.

DESCRIPTION OF THE INVENTION

The invention solves the problem of constructing a compressor material whose hub and rotor blades are made of aluminum in one piece comprising a hollow core and suitable for circumferential speeds of about 500 m/sec. According to the invention, this



e DuPont firm, is also possible. The supporting ring 5 in the hub 2 in various ways. One possibility consists in into the hub 2, by cooling the hub in liquid nitrogen and 5 on it. Another possibility consists in pressing the , in which case the offset 7 of the hub 2 must also have er portion. Since the material used for the supporting rgh than aluminum, and the supporting ring 5 is t 7 at that end of the hub 2 which has the greater radius, b 2 are reduced in operation of the compressor wheel 1.

strength synthetic material by th so produced may be integrated shrinking the supporting ring 5 o then placing the supporting ring supporting ring 5 onto the hub 2 a slightly tapered form in the low ring 5 has a higher specific strer dynamically seated on the offse the stresses occurring in the hul

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

In the drawings,

Fig. 1 shows a partial section of a first embodiment of a compressor wheel according to the invention,

Fig. 2 shows a partial section of a second embodiment of a compressor wheel according to the invention.

Only the elements essential to the invention are represented.

HOW TO PRACTICE THE INVENTION

Fig. 1 shows a partial section of an embodiment of a compressor wheel 1 according to the invention, comprising a hub 2 on which there are rotor blades 3 distributed over the circumference. The hub 2 and the rotor blades 3 are made in one piece by a chip-removing operation. The compressor wheel 1 is made of aluminum and comprises a hollow core 6 and an axis of rotation 4. In Fig. 1, the upper and lower limits of the core 6 are indicated by dotted lines. At that end of the hub 1 which has the greater radius, a supporting ring 5 is attached to an offset 7. This supporting ring 5 consists of a material having a greater specific strength than aluminum. Titanium, for example, is conceivable. Alternatively, however, the supporting ring 5 may consist of a high-strength synthetic material. This supporting ring 5 then preferably consists of a



Technology Circle, Tempe, AZ 85284 (USA). However, the use of Kevlar, a high-strength synthetic material by the DuPont firm, is also possible. The supporting ring 5 so produced may be integrated in the hub 2 in various ways. One possibility consists in shrinking the supporting ring 5 onto the hub 2, by cooling the hub in liquid nitrogen and then placing the supporting ring 5 on it. Another possibility consists in pressing the supporting ring 5 onto the hub 2, in which case the offset 7 of the hub 2 must also have a slightly tapered form in the lower portion. Since the material used for the supporting ring 5 has a higher specific strength than aluminum, and the supporting ring 5 is dynamically seated on the offset 7 at that end of the hub 2 which has the greater radius, the stresses occurring in the hub 2 are reduced in operation of the compressor wheel 1. In this way, the compressor wheel 1 is suitable also for higher circumferential speeds of approx. 500 m/sec and has a prolonged service life.

Fig. 2 shows a partial section through a second embodiment of a compressor wheel 1 according to the invention, comprising a hub 2 on which there are rotor blades 3 distributed over the circumference. The hub 2 and the rotor blades 3 are fabricated in one piece by a chip-removing operation. The compressor wheel 1 is made of aluminum and comprises a hollow core 6 and an axis of rotation 4. In Fig. 2, the upper and lower limits of the core 6 are indicated by dotted lines. At that end of the hub 2 which has the greater radius, there is a supporting ring 5, which in this embodiment is set directly on the hub. This supporting ring 5 consists of a material having a higher specific strength than aluminum. It may, for example, consist of titanium. The supporting ring 5 then preferably consists of a thermoplastic or 'duroplastic' material reinforced with endless fibers. In one embodiment, this supporting ring 5 is made of thermoplastic tape IM7, a

commercial polyether ether ketone (PEEK) reinforced with carbon fibers, in which successively several layers are fused together by brief heating. This material is offered for example by Cytec Fiberite Inc., 2055 E Technology Circle, Tempe, AZ. 85284 (USA). However, the use of Kevlar, a high-strength synthetic material by firm of DuPont, is also possible. When desired, the supporting ring 5 may also be placed on the hub 2 with prestress. Since the material used for the supporting ring 5 has an elevated specific strength compared to aluminum, and the supporting ring 5 is dynamically fixed to that end of the hub 2 which has the greater radius, the stresses occurring in the hub 2 in operation of the compressor wheel 1 are reduced. In this way, the compressor wheel 1 is suitable also for higher circumferential speeds of approx. 500 m/sec., and it has a longer service life. The supporting ring 5 in this embodiment is also suitable for functioning as a seal, attached in the form of ribs to the housing, not shown, of the compressor wheel 1, in which the supporting ring 5 engages, preventing any flow loss at the compressor wheel 1.

LIST OF REFERENCE NUMERALS

- 1 compressor wheel
- 2 hub
- 3 rotor blades
- 4 axis of rotation
- 5 supporting ring
- 6 hollow core
- 7 offset

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.